

# LIGHT EMITTING DEVICE

**Publication number:** JP2003069084 (A)

**Publication date:** 2003-03-07

**Inventor(s):** FURUKAWA CHISATO +

**Applicant(s):** TOSHIBA ELECTRONIC ENG; TOSHIBA CORP +

**Classification:**

- **international:** C09K11/62; C09K11/64; H01L33/32; H01L33/50; H01L33/64; H01L33/56; H01L33/62; C09K11/62; C09K11/64; H01L33/00; (IPC-7): C09K11/62; C09K11/64; H01L33/00

- **European:**

**Application number:** JP20010255574 20010827

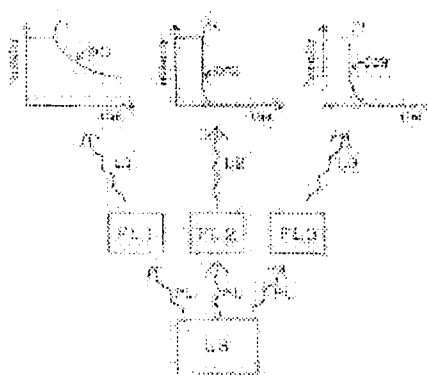
**Priority number(s):** JP20010255574 20010827

**Also published as:**

JP4125878 (B2)

**Abstract of JP 2003069084 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting device that can be changed in wavelength or can emit light even when a light emitting element is in a turned-off state. **SOLUTION:** This light emitting device is provided with light emitting element (LS) which emits primary light (PL) having a first wavelength as a peak wavelength, a first wavelength changing material (FL1) which emits secondary light (L1) having a second wavelength that is different from the first wavelength as a peak wavelength upon absorbing the primary light emitted from the element (LS), and a second wavelength changing material (FL3) which emits second secondary light (L3) having a third wavelength that is different from the first wavelength as a peak wavelength upon absorbing the primary light emitted from the element (LS).; The first wavelength changing material (FL1) has damping time which is 10 times or more as long as that of the second wavelength changing material (FL3).



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

[0073] Here, for example, a phosphor having a long attenuation characteristic can be used as a G (green) light emitting phosphor, and phosphor materials having normal attenuation characteristics can be selected for B (blue) and R (red) light emitting phosphors. For the phosphor having a long attenuation characteristic, for example,  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ ,  $\text{Dy}$  described above can be used as a green emitting phosphor. For the phosphors having normal attenuation characteristics with a shorter attenuation time,  $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6\cdot\text{Cl}_2$  can be used as a blue emitting phosphor, and  $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ ,  $\text{Sm}$  or the like can be used as a red emitting phosphor.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-69084

(P2003-69084A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 4 H 0 0 1
C 0 9 K 11/62	CPM	C 0 9 K 11/62	CPM 5 F 0 4 1
	C Q F		C Q F
11/64		11/64	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-255574 (P2001-255574)

(22) 出願日 平成13年8月27日 (2001.8.27)

(71) 出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 古川 千里

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東

芝電子エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100088487

弁理士 松山 允之 (外1名)

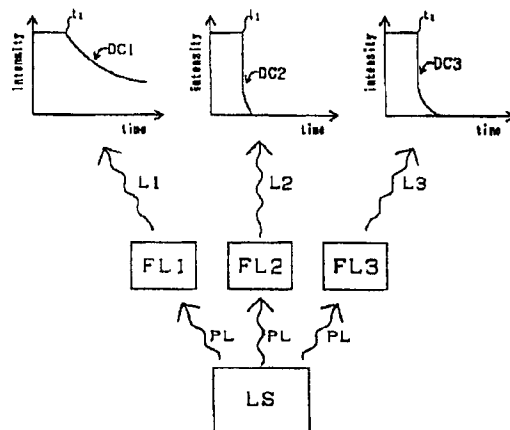
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 発光波長を可変とし、あるいは発光素子が非点灯状態においても、発光が得られる発光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 第1の波長をピークとする1次光 (P L) を放出する発光素子 (L S) と、前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第2の波長をピークとする第1の2次光 (L 1) を放出する第1の波長変換材料 (F L 1) と、前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第3の波長をピークとする第2の2次光 (L 3) を放出する第2の波長変換材料 (F L 3) と、を備え、前記第1の波長変換材料は、前記第2の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有する発光装置を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の波長をピークとする1次光を放出する発光素子と、

前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第2の波長をピークとする第1の2次光を放出する第1の波長変換材料と、

前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第3の波長をピークとする第2の2次光を放出する第2の波長変換材料と、

を備え、

前記第1の波長変換材料は、前記第2の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有することを特徴とする発光装置。

【請求項2】前記発光素子から放出される前記第1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第4の波長をピークとする第3の2次光を放出する第3の波長変換材料をさらに備え、

前記第3の波長変換材料は、前記第2の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有することを特徴とする発光装置。

【請求項3】前記第1の波長変換材料の減衰時間と前記第3の波長変換材料の減衰時間とが実質的に異なることを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項4】周波数及びデューティ比の少なくともいずれかを可変とした駆動パルスを前記発光素子に供給する可変パルス駆動源をさらに備えたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項5】前記第1の波長変換材料の残光時間は1時間以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項6】前記第1及び第2の波長変換材料は、蛍光体であり、

前記蛍光体は、シリコン樹脂の中に分散されてなることを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項7】前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする請求項6記載の発光装置。

【請求項8】前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で90以下であることを特徴とする請求項6記載の発光装置。

【請求項9】前記シリコン樹脂は、硬化前の粘度が100cP以上10000cP以下の範囲にあることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項10】前記発光素子は、窒化ガリウム系半導体を発光層として有し、

前記第1の波長変換材料は、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{Dy}$ と、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}$ 、 $\text{Dy}$ のいずれかで

あることを特徴とする請求項1～9のいずれか1つに記

載の発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光装置に関し、特に半導体発光素子などの発光素子と蛍光体などの波長変換手段とを組み合わせた発光装置に関する。

【従来の技術】半導体発光素子およびそれを搭載した発光装置は、コンパクト且つ低消費電力であり、信頼性にも優れるなどの多くの利点を有し、近年では、高い発光輝度が要求される室内外での表示装置、鉄道・交通信号、車載用灯具などに幅広く応用されつつある。

【0002】特に、窒化ガリウム系半導体を用いた発光素子が最近、注目されている。窒化ガリウム系半導体は、直接遷移型のIII-V族化合物半導体であり、比較的短い波長領域において高効率で発光させることができるという特徴を有する。

【0003】なお、本明細書において「窒化ガリウム系半導体」とは、 $\text{B}_x\text{In}_y\text{Al}_z\text{Ga}_{1-x-y-z}\text{N}$

( $0 \leq x, y \leq 1, z \leq 1, x+y+z \leq 1$ )なる化学式において組成比 $x$ 、 $y$ 及び $z$ を零から1の範囲で変化させたすべての組成の半導体を含むものとし、さらにV族元素としてP(リン)やAs(ヒ素)を含有したものも包含するものとする。例えば、 $\text{InGaN}$ ( $x>0, y=0$ )も「窒化ガリウム系半導体」に含まれるものとする。

【0004】窒化ガリウム系半導体は、組成 $x$ 及び $y$ を制御することによってバンドギャップが1.89～6.2eVまで変化するために、LEDや半導体レーザーの材料として有望視されている。特に、青色や紫外線の短波長領域で高輝度の発光を得る可能性があるため、急速に開発が進められている。

【0005】しかし、このような従来の半導体発光素子においては、優れた単色性ピーク波長を有するため、例えば、中間光などを得るためには、複数の発光色の発光素子を隣接して配置する必要がある。

【0006】これに対して、蛍光体により波長変換を行う発光装置が提案されている。

【0007】図20は、特開平5-152609号公報に開示された発光ダイオードを表す模式図である。

【0008】また、図21は、特開平7-99345号公報に開示された発光ダイオードを表す模式図である。

【0009】図20に開示された発光ダイオードの場合、発光素子111はメタルステム102の上にマウントされ、樹脂モールド104により封止されている。そして、この樹脂モールド104に蛍光染料105が添加されている。蛍光染料105は、発光素子111からの発光により励起されて蛍光を発する。

【0010】一方、図21に開示された発光ダイオードの場合、発光チップ111リードフレーム120のカップ130にマウントされ、第1樹脂140及び第2の樹

脂150によりモールドされている。そして、第1の樹脂140に波長変換材料160が添加されている。波長変換材料160は、発光チップ111の発光波長を他の波長に変換し、またはその一部を吸収する作用を有する。

【0011】以上説明した従来の発光装置においては、発光素子から放出された光を波長変換することにより、発光素子の発光波長とは異なる波長の光を得ることができる点で便利である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これら従来の発光装置においては、発光波長をダイナミックに変化させたり、点灯状態と非点灯状態とで異なる波長の光を得ることは困難であった。

【0013】例えば、波長が異なる複数種類の発光色を得るためには、図20乃至図21に例示したような発光装置を複数種類、用意する必要がある。これらそれぞれの発光装置においては、添加する蛍光体の組成や材料を予め変えておく。そして、必要とされる発光波長に応じて、これらいずれかの発光装置を適宜点灯させる必要がある。従って、複数の発光色を得るためには複数の発光装置を隣接して配置する必要があり、不便であった。

【0014】一方、これら従来の発光装置においては、発光素子が非点灯状態においては、蛍光体も非点灯状態となるため、例えば、避難誘導灯や保安灯などの用途に用いることが適当でないという問題があった。つまり、停電などによって光源となる発光素子が消灯すると、蛍光体から放出される2次光も停止するために、非常用あるいは安全表示用などとしての用途にそのまま用いることは困難であった。

【0015】本発明はかかる課題の認識に基づいてなされたものであり、その目的は、発光波長を可変とし、あるいは発光素子が非点灯状態においても、発光が得られる発光装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の発光装置は、第1の波長をピークとする1次光を放出する発光素子と、前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第2の波長をピークとする第1の2次光を放出する第1の波長変換材料と、前記発光素子から放出される前記1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第3の波長をピークとする第2の2次光を放出する第2の波長変換材料と、を備え、前記第1の波長変換材料は、前記第2の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有することを特徴とする。

【0017】上記構成によれば、DCで発光させる場合と、パルス駆動させる場合とで同一素子で異なる色調を得られる。また、点灯時と電力供給が停止した時とで異なる発光色を単一素子で得ることが可能となる。

【0018】ここで、前記発光素子から放出される前記第1次光を吸収し、前記第1の波長とは異なる第4の波長をピークとする第3の2次光を放出する第3の波長変換材料をさらに備え、前記第3の波長変換材料は、前記第2の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有するものとすることができる。

【0019】このようにすれば、パルス駆動の際の色調のバリエーションを増やせるメリットの他に、停電時（電力供給停止時）の色調を任意に設定することが可能となる。

【0020】またここで、前記第1の波長変換材料の減衰時間と前記第3の波長変換材料の減衰時間とが実質的に異なるものとすることができる。

【0021】このようにすれば、パルス駆動の際の色調のバリエーションを確実に増やせるメリットの他に、停電時（電力供給停止時）の色調を時間の経過とともに変化させることが可能となる。

【0022】また一方、周波数及びデューティ比の少なくともいずれかを可変とした駆動パルスを前記発光素子に供給する可変パルス駆動源をさらに備えたものとする

【0023】また、前記第1の波長変換材料の残光時間は1時間以上であるものとするれば、「避難誘導灯」などに用いて好適である。

【0024】また、前記第1及び第2の波長変換材料は、蛍光体であり、前記蛍光体は、シリコン樹脂の中に分散されてなるものとする、樹脂の劣化やクラックなどの発生も抑制でき、高い信頼性の発光装置を得ることができる。

【0025】さらにここで、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であるものとするれば、強度も十分であり、高い信頼性を得ることができる。

【0026】またさらに、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で90以下であるものとするれば、機械的な強度に関する信頼性を確保なものとすることができる。

【0027】一方、前記シリコン樹脂は、硬化前の粘度が100cP以上10000cP以下の範囲にあるものとするれば、比重や粒径が異なる複数種類の蛍光体などの波長変換材料の偏析を防ぎ、樹脂中に均一に分散させることが確実となる。

【0028】また、前記発光素子は、窒化ガリウム系半導体を発光層として有し、前記第1の波長変換材料は、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$ と、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}, \text{Dy}$ のいずれかであるものとするれば、高い効率で蛍光体を励起して高い輝度の発光装置を実現することができる。

【0029】以上説明した本発明の構成によれば、短波長発光素子の駆動方法によって表示部の色調を任意に設定することが可能な表示装置が可能となる。この表示装

置はブラックライト等の光源を設置する必要が無いためコンパクトで持ち運びも可能である。更に、電源も通常の家庭用コンセント等から供給することも可能である。

【0030】さらにまた、光源に用いる短波長発光素子はGaNやSiCなどのように環境に対して影響を与える虞の少ない材料系である点も好適である。つまり、本発明の発光装置を利用した表示装置などを屋外等に設置した場合でも、万が一の破損時を想定した対応設計がより柔軟となる点で便利である。

【0031】なお、本願において「シリコン樹脂」とは、アルキル基やアリール基などの有機基をもつケイ素原子が酸素原子と交互に結合した構造を骨格として有する樹脂をいう。もちろん、この骨格に他の添加元素が付与されたものも「シリコン樹脂」に含むものとする。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

【0033】図1は、本発明の実施の形態にかかる発光装置の構成を概念的に表した模式図である。すなわち、本発明の発光装置は、半導体発光素子LSと、複数種類の波長変換材料FL1、FL2、FL3・・・と、を有\*

$$I_t = I_0 e^{-at}$$

$$I_t = I_0 t^{-n}$$

ここで、 $I_t$ は、1次光の供給が停止してから時間 $t$ が経過した時の2次光の強度、 $I_0$ は、1次光の供給が停止した瞬間の2次光の強度、 $e$ は自然対数の底である。

【0037】上記(1)式は、2次光の強度が指数関数で減数する場合を表し、 $a$ は減衰時間定数に対応する。また、上記(2)式は、2次光の強度が時間のべき乗に従う場合を表し、 $n$ は減衰時間定数に対応する。

【0038】本発明においては、これらのような2次光の減衰特性を想定した場合に、組み合わせられる他の波長変換材料と比較して長い減衰時間を有する波長変換材料を用いる。

【0039】例えば、図1に表した例においては、波長変換材料FL1は、他の波長変換材料FL2、FL3・・・と比較して特に長い減衰時間を有する。その減衰特性は、図1に挿入した減衰特性グラフに例示した如くである。これらのグラフにおいて、横軸は時間、縦軸は2光の強度を表し、また、時間 $t_1$ は、1次光の供給を停止した時刻を表す。

【0040】図1の例においては、波長変換材料FL1は、他の波長変換材料FL2、FL3と比較して、特に長い減衰時間を有する。このように、他の波長変換材料と比較して長い減衰時間を有する波長変換材料を本願明細書では、「長減衰波長変換材料」と称する。長減衰波長変換材料は、発光装置に組み合わせられる他の波長変換材料の10倍以上の減衰時間を有することが望ましく、100倍以上の減衰時間を有することがより望ましい。

\*する。半導体発光素子LSは、例えば発光ダイオードや半導体レーザなどの構造を有し、所定の波長の1次光PLを放出する。発光素子LSから放出された1次光PLは、波長変換材料FL1、FL2、FL3・・・に入射する。

【0034】これら波長変換材料は、1次光PLを吸収してそれとは異なる波長を有する光L1、L2、L3・・・を2次光として放出する。このような波長変換材料としては、例えば蛍光体を用いることができる。なお、図1においては、3種類の波長変換材料を表したが、本発明はこれに限定されるものではなく、波長変換材料は、2種類のみ、あるいは4種類以上設けることもできる。

【0035】本発明においては、複数種類の波長変換材料FL1、FL2、FL3・・・のうちの少なくともいずれかの減衰時間が、他の波長変換材料よりも長いことを特徴とする。

【0036】一般に、蛍光体などの波長変換材料の場合、放出される2次光の強度は、次の2式のいずれかにより近似することができる。

(1)

(2)

【0041】またここで、「減衰時間」とは、1次光の供給を停止して得られる2次光の減衰特性において、初期値(1次光の供給時)の1/10に低下するまでの時間と定義する。

【0042】このような長残光波長変換材料を用いることにより、発光素子LSからの1次光の供給が停止した後においても、しばらくの間は、波長変換材料FL1から2次光が放出される。

【0043】図2は、1次光が供給されている状態と、供給が停止した後しばらくの間における発光装置からの発光スペクトルを例示するグラフ図である。すなわち、同図において横軸は波長、縦軸は発光強度を表す。

【0044】発光素子LSが点灯状態においては、波長変換材料FL1～FL3のすべてが励起され、図2(a)に表したように、2次光L1～L3がそれぞれ放出される。

【0045】これに対して、発光素子LSが非点灯状態となると、減衰時間の短い波長変換材料FL2、FL3からの2次光L2、L3の放出も停止する。しかし、減衰時間の長い波長変換材料FL1は、その減衰時間に応じて2次光L1を放出し続ける。

【0046】従って、発光素子LSが点灯している状態と、非点灯となった状態とでは、発光装置から放出される光のスペクトルが異なる。例えば、L1、L2、L3をそれぞれR(赤)、G(緑)、B(青)とした時には、点灯状態(図2(a))においては、それらを合成した白色光が得られ、一方、非点灯状態(図2(b))

においては、L1すなわちR（赤）の発光が得られることとなる。

【0047】後に本発明の実施例としても説明するように、蛍光体の中には、減衰時間が極めて長く、30時間以上も発光を肉眼で視認可能なものがある。このような減衰特性を有する蛍光体としては、例えば、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$ （緑色発光：根本特殊化学株式会社 \*

\*製）、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}, \text{Dy}$ （青色発光：根本特殊化学株式会社製）などを挙げることができる。これらの蛍光体の物性の一部を、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ とともに以下の表に紹介する。

【0048】

【表1】

	$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$	$\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}, \text{Dy}$	$\text{ZnS}:\text{Cu}$
発光時の色	黄緑色	黄緑色	黄緑色
平均粒径	10~40 $\mu\text{m}$	10~40 $\mu\text{m}$	20~40 $\mu\text{m}$
励起波長	200~450nm	200~450nm	200~450nm
発光ピーク波長	520nm	490nm	530nm
発光強度	約800mcd/m <sup>2</sup>	約300mcd/m <sup>2</sup>	20~30mcd/m <sup>2</sup>
発光時間	2000分以上	2000分以上	約200分
耐光性	1000時間以上	1000時間以上	10~24時間
化学的安定性	良好	良好	少々劣る
比重	3.8	3.9	4.1

上記表において、「残光強度」とは、常用光源D65を用い400lxの照度で20分間照射した後10分間経過後の残光強度をいうものとする。

【0049】また、本願明細書において、「残光時間」とは、常用光源D65を用い200lxの照度で4分間照射した後残光強度が0.32mcd/m<sup>2</sup>までに減衰する時間をいうものとする。

【0050】従って、このように長い残光時間を有する蛍光体を使えば、発光素子LSからの1次光の供給が停止した後も、数時間乃至数10時間という長時間に亘って波長変換材料FL1からの2次光が得られる。

【0051】このように、1次光の光源の点灯状態と非点灯状態において、それぞれ異なる色の発光が生ずると、例えば、避難誘導灯や保安灯あるいは各種の安全灯などに用いて好適である。つまり、従来の発光装置の場合には、電源や発光素子LSの故障により1次光の光源が非点灯状態となると、波長変換材料からの2次光も直ちに消灯してしまい、本来の表示機能を喪失してしまう。

【0052】これに対して、本発明の発光装置は、発光素子LSの故障などによって、仮に1次光の供給が停止されても、直ちに非点灯状態とはならず、波長変換材料の減衰時間に応じて点灯状態が維持される。しかも、その発光色は、図2に例示したように正常な点灯状態とは異なるので、1次光が消灯していることがすぐに判別できる。つまり、1次光の光源（発光素子LS）が故障したような場合でも、表示装置としての機能は維持しつつ、その故障が一目で分かるようになる。

【0053】この用途のためには、用いる波長変換材料の残光時間が1時間以上であることが望ましく、さらに残光時間が10時間以上であることがより望ましい。

【0054】一方、本発明の発光装置は、パルス発光させた場合に、そのデューティに応じて発光色を変えることも可能である。

【0055】図3は、可変パルス駆動源を備えた本発明の発光装置を表す模式図である。すなわち、同図に表した発光装置は、図1に例示したような構成を有する発光ユニットEUに加えて、可変パルス駆動源VPSを備える。可変パルス駆動源VPSは、駆動パルスを発光ユニットの発光素子LSに供給し、さらに、その駆動パルスの周波数あるいはデューティ比の少なくともいずれかを可変にすることができる。

【0056】図4乃至図6は、本発明の発光装置をパルス駆動した状態を説明するための概念図である。すなわち、これらの図面において（a）は発光装置に印加する駆動波形を表すグラフ図、（b）は波長変換材料から放出される2次光の強度の時間変化、（c）は発光装置の発光スペクトル、をそれぞれ表す。

【0057】まず、図4を参照しつつ説明すると、同図（a）に表したように、駆動パルス周期Tpに対して、パルスのオン期間をT1とした場合は、オン期間T1が経過した後の、波長変換材料FL1の残光の減衰特性DC1、波長変換材料FL2、FL3の残光の減衰特性DC2、DC3は、それぞれ同図（b）に表した如くとなる。ここでは、便宜上、DC2とDC3が同様の減衰特性を有するものとした。

【0058】この場合の発光スペクトルは、図4（c）に表した如くであり、波長変換材料FL1からの2次光L1の強度に対して波長変換材料FL2とFL3からの2次光L2、L3の強度は低い。

【0059】これに対して、図5（a）に表したように、駆動パルスのデューティ比を大きくしてオン期間をT2とした場合には、2次光L1に対するL2とL3の強度の比率が高くなり、色調が変化する。

【0060】さらに、図6（a）に表したように、駆動パルスのデューティ比を大きくしてオン期間をT3とすると、2次光L1に対するL2とL3の強度の比率がさらに高くなる。

【0061】以上説明したように、本発明によれば、複数の波長変換材料の減衰特性の違いを利用し、駆動パルスのデューティー比を変えることによって発光波長スペクトルを変化させることができる。なお、この目的のためには、上述したような減衰時間が数時間以上にも及ぶような減衰特性は必ずしも必要ではない。すなわち、駆動パルスの周期程度の時間範囲で見たときに他の蛍光体と比較して減衰時間が長ければ、図4乃至図6に表したような作用を得ることができる。

【0062】なお、図4乃至図6においては、パルスの立ち上がり時の残光の差について説明するために、パルス立ち上がりの発光特性については、各波長変換材料において便宜上同一とした。

【0063】次に、本発明の変型例について説明する。

【0064】本発明においては、2種類以上の長残光波長変換材料を用いることもできる。

【0065】図7は、本発明の変型例にかかる発光装置の構成を概念的に表した模式図である。同図については、図1乃至図6に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0066】本変型例においては、波長変換材料FL1、FL2、FL3・・・のうちで、波長変換材料FL1とFL2が長減衰特性を有する。

【0067】このように複数の長残光波長変換材料を用いると、図2に関して前述したように、半導体発光素子LSが非点灯となった状態における発光色の色調をさまざまに調節することが可能となる。同時に、図4乃至図6に関して前述したように、パルス駆動させた場合にも、デューティー比に応じた色の選択範囲をさまざまに調節することが可能となる。これは、波長変換材料FL1とFL2の減衰時間を異なるものとした場合にもさらに顕著に得られる効果である。

【0068】またさらに、本変型例によれば、波長変換材料FL1とFL2の減衰時間を異なるものとした場合には、半導体発光素子LSの消灯後に時間の経過とともに色調が変化するという効果が得られる。つまり、一次光PLの供給が停止した後は、波長変換材料FL1とFL2からの2次光がそれらの減衰時間に応じて放出される。従って、最小は両方からの2次光が混合した発光色が得られるが、所定の時間が経過すると、減衰時間が短い2次光は消滅し、減衰時間が長い2次光の色に変化する。従って、一次光PLが消灯してから時間の経過を判断することが可能となる。

【0069】以下、実施例を参照しつつ本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明する。

【0070】（第1の実施例）図8は、本発明の第1の実施例としての発光装置の要部断面構造を表す模式図である。

【0071】すなわち、同図は、いわゆる「砲弾型」と呼ばれる発光装置に本発明を適用した具体例を表す。半

導体発光素子11は、一対のリード16、17のカップ部13にマウントされている。そして、半導体発光素子11からそれぞれのリードフレームに、ワイア14、14が接続されている。半導体発光素子11は、インナーモールド樹脂18により封止され、さらにその外側をアウターモールド樹脂12により封止されている。発光素子11としては、サファイアあるいはSiCなどの基板の上に形成した発光波長が450nm以下の窒化ガリウム系半導体発光素子を用いる。

【0072】そして、インナーモールド樹脂（あるいはバインダ）18に、波長変換材料として3種類の蛍光体10A、10B、10C・・・が分散されている。本実施例においては、これら蛍光体として、近紫外光いわゆるUV-Aで励起可能な、R（赤）、G（緑）、B（青）の2次光が得られる可視発光の蛍光体を用いる。

【0073】またここで、例えばG（緑）発光蛍光体として長減衰特性を有する蛍光体を用い、B（青）、R（赤）発光蛍光としては通常の減衰特性を有する蛍光材料を選択することができる。長減衰特性を有する蛍光体としては、例えば、緑色を放出する蛍光体として、前述したSrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu、Dyを用いることができる。また、これより減衰時間が短い通常の減衰特性を持つ蛍光体としては、青色を放出する蛍光体として、(Sr, Ca, Ba, Eu)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>、赤色を放出する蛍光体として、La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、Smなどを用いることができる。

【0074】上述の緑色発光の長残光蛍光体の減衰時間は2000分以上であり、通常の減衰時間を有する青色発光及び赤色発光の蛍光体の減衰時間は数10マイクロ秒程度である。

【0075】以下、本実施例の発光装置の製造方法について説明する。

【0076】図9乃至図11は、本実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程断面図である。

【0077】まず、図9（a）に表したように、半導体発光素子11を、接着剤等21によってカップ13内にマウントする。この段階では、リード16及び17は、リードフレーム28から切り離されていない。

【0078】次に、図9（b）に表したように、この半導体発光素子11のp側、n側電極とリード16、17とをそれぞれ、金（Au）などのボンディングワイア14により接続する。

【0079】続いて、図9（c）に表したように、リード17のカップ13内部に蛍光体10A、10B、10C・・・を添加したインナーモールド樹脂（あるいはバインダ）18を滴下する。このようにして、図10（a）に表したようにカップ内に蛍光体が含有されたインナーモールドが充填される。

【0080】またここで、本発明者の試作検討の結果によれば、インナーモールド樹脂18として、シリコン



樹脂を用いると良好な結果が得られることが判明した。

【0081】すなわち、シリコン樹脂は、エポキシ樹脂などと比較すると、脆性が低く、クラックが生じにくい。また、シリコン樹脂は、リード16、17などとの付着強度も強く、耐湿性が高く温度ストレスによるクラックや剥離も少ない。また、シリコン樹脂を充填することにより周囲の温度変化による発光素子11およびAuワイヤ14に対する樹脂ストレスを著しく軽減させることができる。

【0082】本発明者は、この観点からさらに検討を進めた結果、シリコン樹脂の中でも、硬度が高い「ゴム状」のシリコン樹脂を用いると優れた結果が得られることを見出した。すなわち、シリコン樹脂としては、通常は、JIS規格の硬度であるJISA硬度値がおおよそ30〜40のものが広く知られている。これは、「ゲル状」に近い物性を有し、物理的に柔らかいものである。以下、このシリコン樹脂を「ゲル状シリコン樹脂」と称する。

【0083】これに対して、「ゴム状シリコン樹脂」は、JISA硬度がおおよそ50〜90の範囲にある。ちなみに、従来の発光装置の封止体材料として広く用いられているエポキシ樹脂は、JISA硬度がおおよそ95前後である。

【0084】本発明者は、「ゴム状シリコン樹脂」と「ゲル状シリコン樹脂」とを独自に比較検討した結果、以下の知見を得た。

【0085】(1)ゲル状シリコン樹脂の場合、発光装置のリードを半田付けする際などに加熱すると軟化し、アウターモールド樹脂12との界面において剥離などが生ずる場合があった。これに対して、ゴム状シリコン樹脂の場合は、このような現象は見られず、110℃を越える条件においても、発光装置が安定した動作を示した。

【0086】(2)ゲル状シリコン樹脂は柔らかいため、発光素子11やワイヤ14に与えるストレスは小さい反面、外力に対して弱いという欠点を有する。すなわち、アセンブリやその他取り扱いの際にストレスが与えられる場合がある。

【0087】これに対して、JISA硬度が50〜90のゴム状シリコン樹脂を用いた場合には、発光装置の選別やアセンブリ時における選別装置やアセンブリ装置によるシリコン樹脂の変形を防止できる。

【0088】以上(1)及び(2)に説明したように、シリコン樹脂の中でも、ゴム状シリコン樹脂を用いることにより、発光特性、信頼性、機械的強度などをさらに改善できる。

【0089】シリコン樹脂の硬度を上げる方法のひとつとしては、チクソ性付与剤を添加する方法を挙げることができる。

【0090】また、シリコン樹脂を充填する際には、

開口の狭いノズルを通して、カップ13にマウントされた発光素子11の上に滴下する。しかる後に、硬化させて形成する。この際に、特に硬化前の粘度が100cP〜10000cPのシリコン樹脂を用いると、発光素子11やワイヤ14に過度のストレスを与えることなく、狭い開口部にもくまなく充填でき、また硬化の際の残留ストレスも十分に低い範囲に抑制できることが分かった。またさらに、この粘度の範囲においては、蛍光体10A、10B、10Cが均一に分散され、比重の相違などによって硬化前に偏析するというような問題が抑制できた。

【0091】すなわち、シリコン樹脂、特にゴム状シリコン樹脂を用いることにより、従来のエポキシ樹脂に生じることがあった、クラックや剥離、あるいはワイヤの断線などの可能性を低減することができることが確認された。

【0092】ところで、シリコン樹脂を用いると、半導体発光素子11から放出される光あるいは発光装置の外部から侵入する光に対する耐久性も改善されるという効果も得られる。すなわち、エポキシ樹脂の場合、光の照射により変色が生じ、当初は透明であっても、長期間の使用のより光透過率が低下するという問題があった。

【0093】この現象は、光の波長が短いほど顕著となり、例えば、紫外線が照射された場合には、当初は透明なエポキシ樹脂が変色し、黄色から茶褐色さらには黒色になる。その結果として、光の取り出し効率が大幅に低下するという問題が生ずることがある。このような紫外線は、発光装置の外部から侵入する場合もある。

【0094】これに対して、本発明者は、独自の試作検討の結果、シリコン樹脂を用いると極めて良好な結果が得られることを知得した。すなわち、シリコン樹脂を用いた場合、紫外線などの短波長光を長期間照射しても、変色などの劣化は殆ど生じない。その結果として、耐光性あるいは耐候性に優れた発光装置を実現できる。

【0095】以上詳述したように、シリコン樹脂によるインナーモールドを実施したら、次に、図10(b)に表したように、樹脂により全体をキャストングしてレンズを兼ねたアウターモールド12を形成する。

【0096】樹脂の硬化後、図10(c)に表したように、成型用の型24から外し、リードフレーム28からそれぞれのリード16、17をそれぞれ切り離して、図11に表したように発光装置の要部が完成する。

【0097】こうして完成した発光装置は、蛍光体10A、10B、10Cの配合比によって連続通電状態では白色に発光する。

【0098】図12は、連続通電状態における本実施例の発光装置の発光スペクトルを表すグラフ図である。RGBの発光スペクトルのピーク高さはそれぞれ異なるが、波長に対する強度の積分値のバランスを好適とすることにより、白色の発光が得られる。

【0099】これに対して、電力供給を停止すると、B（青）蛍光体とR（赤）蛍光体は減衰時間が数10 $\mu$ s e cと短いので電力供給停止と同時に2次光の放出を停止する。しかし、G（緑）蛍光体は、減衰時間が極めて長いために2次光の放出を続ける。

【0100】図13は、このように電力供給を停止した後しばらくの間の発光スペクトルを表すグラフ図である。同図にも表したように、緑色の発光が継続する。

【0101】図14は、連続通電状態と、通電停止後の状態とにおける発光スペクトルを重ねて表したグラフ図である。すなわち、同図の実線は連続通電時のスペクトルを表し、波線は通電停止後のスペクトルを表す。

【0102】こうして、本実施例の発光装置は、連続通電時と通電停止後とで異なる発光色で利用することが可能である。

【0103】一方、本実施例の発光装置は、電力供給を断続的に行うと、長残光のG（緑）蛍光体の色調への寄与が高くなり発光の色度点もG（緑）方向へと変動する。

【0104】図15は、繰り返しパルス状の電力供給に対する出力信号性を例示するグラフ図である。すなわち、同図（a）は入力信号、同図（b）は蛍光体の発光特性を表す。

【0105】パルス状の電力供給に対して、蛍光体10A、10B、10Cは、それぞれの減衰時間に応じた発光特性を示す。すなわち、入力信号の立下りに対応して2次光の出力の立下りは、減衰時間が短い蛍光体10B、10Cと長残光蛍光体10Aとで大きく異なる。

【0106】その結果として、繰り返しパルスの周波数が高い時には白色に近く、パルスが低い時には緑色が強い色調へとずれることになる。また、パルスのデューティー比が大きい時には白色に近く、デューティー比が小さくなると緑色が強い色調へとずれる。

【0107】なお、上述した具体例においては、長残光蛍光体としてG（緑）のみを用いているが、他の色を用いても良い。

【0108】（第2の実施例）次に、本発明の第2の実施例として、G（緑）とB（青）の2種類の長残光蛍光体を用いた発光装置について説明する。

【0109】図16は、本実施例の発光装置の断面構造を表す模式図である。すなわち、同図の発光装置は、表面実装型（Surface Mounting Device：SMD）などと称される装置であり、一対のリード56、57が樹脂外囲体52の中に埋め込まれ、その一方のリード56の上に半導体発光素子50が導電性接着剤51によってマウントされている。半導体発光素子50は、このようにしてリード56に一方の電極が接続された状態となる。さらに、半導体発光素子50の上面に設けられた電極とリードの他方がワイヤ53によって接続されている。また、半導体発光素子50は、R（赤）、G（緑）、B

（青）の2次光を放出する3種類の蛍光体10A、10B、10Cが混合された樹脂60により埋め込まれている。

【0110】ここでも、樹脂60の材料としては、硬化前の粘度が100c p～10000c pのゴム状シリコーン樹脂を用いると、第1実施例に関して前述したように、各種の作用効果が得られる点で有利である。

【0111】半導体発光素子50としては、導電性のSiCあるいはGa Nなどの基板上に形成された発光波長450nm以下の窒化ガリウム系半導体発光素子を用いることができる。

【0112】また、長残光蛍光体としては、緑色発光のSrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>と、青色発光のSr<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>：Eu、Dyを用いた。また、通常の減衰時間を有する蛍光体として、赤色発光のLa<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S：Eu、Smを用いた。

【0113】以下、本実施例の発光装置の製造方法について説明する。

【0114】図17は、本実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程図である。

【0115】まず、図17（a）に表したように、半導体発光素子50を、半田あるいは導電性ペーストなどの接着剤51によって樹脂外囲体52の表面に露出しているリード56の上にマウントする。

【0116】次に、同図（b）に表したように、この半導体発光素子50の上部電極とリード57とを金（Au）などのボンディングワイヤ53で接続する。

【0117】一方、これと並行して、図17（c）に表したように、例えば、シリコーン樹脂60Aにチクソ性付与剤60Bを添加するなどの方法により、充填樹脂あるいはバインダー60を調整する。そして、図17

（d）に表したように、このバインダーあるいは充填樹脂にR（10A）G（10B）B（10C）蛍光体などを所望の色調に合わせた配合比で分散する。また、この際に、光拡散材（59）などを適宜分散させてもよい。

【0118】次に、図17（e）に表したように、このようにして調整した充填剤を樹脂外囲体52の凹部に充填する。この際に、ディスペンサーDPなどを利用して、気泡などを巻き込まないように凹部の端から徐々に充填することが望ましい。

【0119】次に、適宜加熱処理などを施すことにより、図17（f）に表したように、充填した樹脂（あるいはバインダ）を硬化させて、蛍光体10A、10B、10Cを固定する。

【0120】最後に、図示しないリードフレームからリード56、57を切り離し、折り曲げて成形することにより、図17（g）に表したように発光装置が完成する。

【0121】なお、半導体発光素子50が、導電性基板の上に形成されたものではなく、サファイアなどの絶縁

性基板の上に形成されたものである場合には、素子の上面にp側電極とn側電極が設けられるため、図17

(h)に例示ように、素子50に接続されるボンディングワイアは2本となる。

【0122】以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。

【0123】例えば、本発明の発光装置の形態は、図8や図16などに表したものに限定されず、その他各種の形態を用いて同様の作用効果を得ることができる。

【0124】図18は、その一例を表す模式図である。同図に例示した発光装置は、図8に表したものと同様の「砲弾型」の形態を有し、図8に表したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略するが、アウターモールド樹脂12にも蛍光体10A、10B、10Cが分散されている点が異なる。

【0125】また、図19も、本発明の発光装置として適用可能な形態を例示する模式図である。同図は、「ステム」などと称される形態を表し、一对のリード16、17を有するステム19の上面に半導体発光素子11がマウントされ、その周りが樹脂15によりモールドされている。この樹脂15に、蛍光体10A、10B、10Cが分散されている。

【0126】本発明の発光装置は、その他、「面発光型」「ドーム型」「メータ指針型」「7セグメント型」「アレイ型」「カン封止型」をはじめとした各種の形態により同様の作用効果を得ることができる。

【0127】また、本発明において用いる発光素子も、具体例として挙げたものには限定されず、必要とされる発光色や組み合わせる波長変換材料の特性などに応じて適宜決定することができる。

【0128】同様に、波長変換材料についても、必要とされる発光色や残光の持続時間、あるいは半導体発光素子の発光特性などに応じて適宜選択することができる。

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、長残光波長変換材料を用いることにより、連続で発光させる場合と、パルス駆動させる場合とで同一素子で異なる色調を得られる。

【0129】また、本発明によれば、長残光波長変換材料を用いることにより、1次光の光源の点灯時のみならず、電力供給が停止した時にも発光を単一素子で得ることが可能となる。この電力供給停止時の色調は、長残光蛍光体の種類・配合比で任意に設定することができる。

【0130】さらに、本発明によれば、減衰特性が異なる複数の長残光蛍光体を組み合わせることによって、停電後の経過時間や発光の残り時間によって色調の異なる表示が可能となる。

【0131】さらに、本発明によれば、指向性の高いLEDを用いることで必要部分のみへ光照射を行う設計が可能である。このため、緊急時の点灯数の削減等の最低

限の電力供給設計が可能となり、長時間の使用が可能である。

【0132】またさらに、本発明によれば、薄型、軽量、小型の発光装置が実現可能であるため、これまで設置に制約のあった場所、例えば曲面を有する壁面や設置スペースが少ない場所などへの設置が可能となる。

【0133】またさらに、本発明の発光装置を携帯電話やモバイルP Cなどのモバイル機器のバックライトとして用いると、その長減衰特性により、消費電力を抑えながら長時間視認可能な表示が実現可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかる発光装置の構成を概念的に表した模式図である。

【図2】1次光が供給されている状態と、供給が停止した後しばらくの間における発光装置からの発光スペクトルを例示するグラフ図である。

【図3】可変パルス駆動源を備えた本発明の発光装置を表す模式図である。

【図4】本発明の発光装置をパルス駆動した状態を説明するための概念図である。

【図5】本発明の発光装置をパルス駆動した状態を説明するための概念図である。

【図6】本発明の発光装置をパルス駆動した状態を説明するための概念図である。

【図7】本発明の変型例にかかる発光装置の構成を概念的に表した模式図である。

【図8】本発明の第1の実施例としての発光装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図9】本発明の第1実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程断面図である。

【図10】本発明の第1実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程断面図である。

【図11】本発明の第1実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程断面図である。

【図12】連続通電状態における第1実施例の発光装置の発光スペクトルを表すグラフ図である。

【図13】電力供給を停止した後しばらくの間の発光スペクトルを表すグラフ図である。

【図14】連続通電状態と、通電停止後の状態とにおける発光スペクトルを重ねて表したグラフ図である。

【図15】繰り返しパルス状の電力供給に対する出力信号性を例示するグラフ図である。

【図16】本発明の第2実施例の発光装置の断面構造を表す模式図である。

【図17】本発明の第2実施例の発光装置の製造方法の要部を表す工程図である。

【図18】本発明の発光装置の他の一例を表す模式図である。

【図19】本発明の発光装置として適用可能な形態を例示する模式図である。

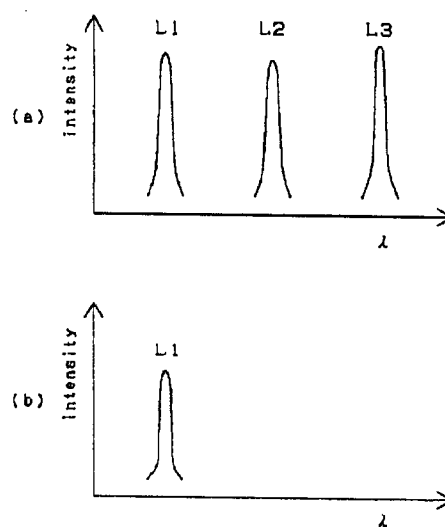
56、57 リード

60 樹脂

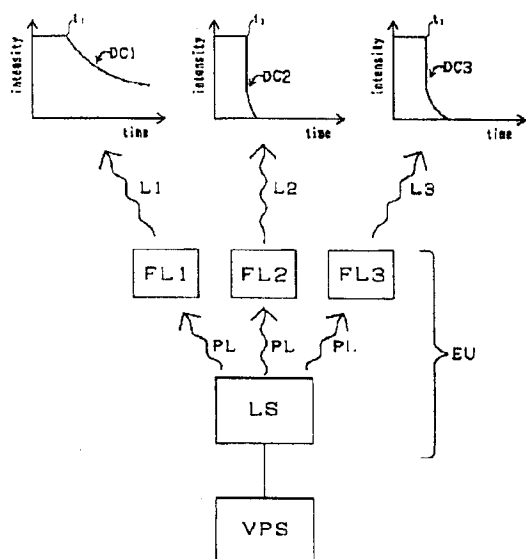
## 60A シリコーン樹脂

- 60B チクソ性付与剤  
102 メタルステム  
104 樹脂モールド  
105 蛍光染料  
111 発光チップ  
111 発光素子  
10 120 リードフレーム  
130 カップ  
140、150 樹脂  
160 波長変換材料  
DC1、DC2、DC3 減衰特性  
DP ディスペンサー  
EU 発光ユニット  
FL1～FL3 波長変換材料  
LS 半導体発光素子  
PL 一次光  
20 TP 駆動パルス周期  
VPS 可変パルス駆動源

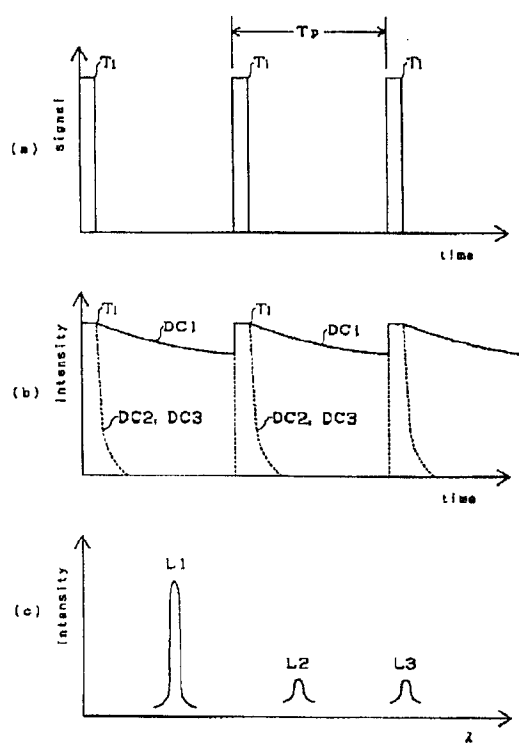
【図 2】



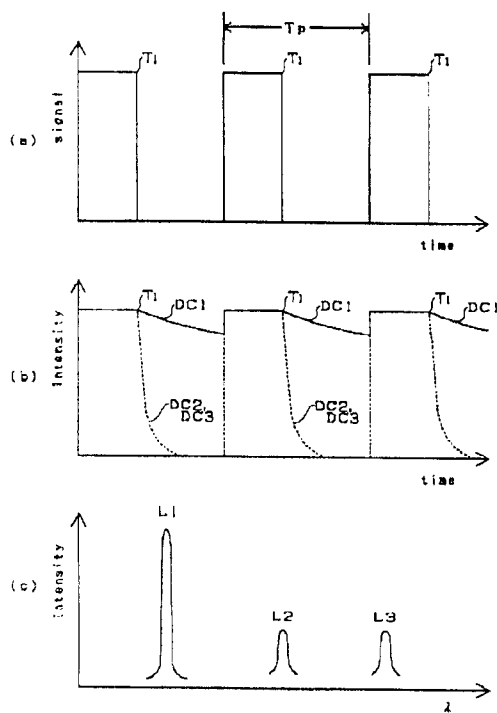
【図3】



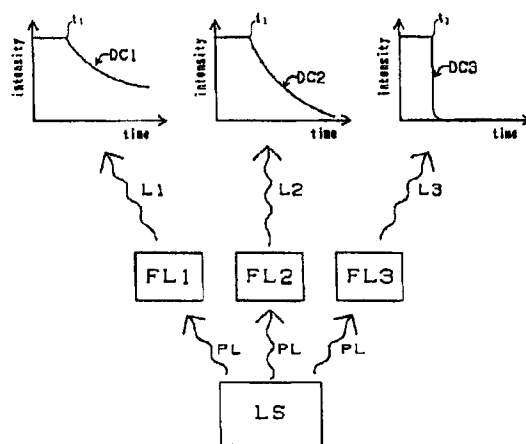
【図4】



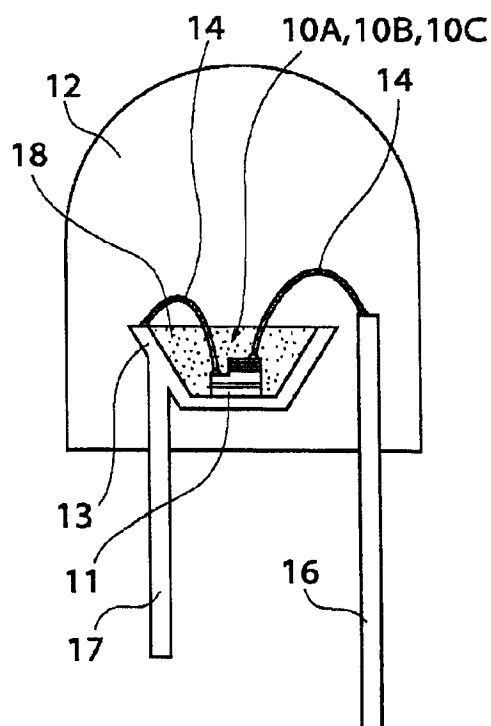
【図5】



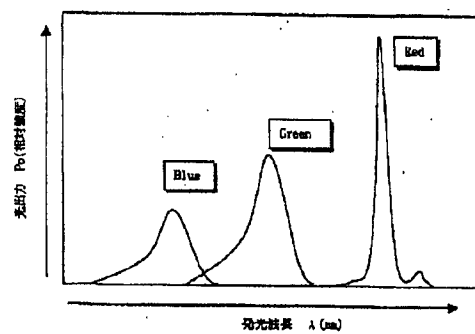
【図7】



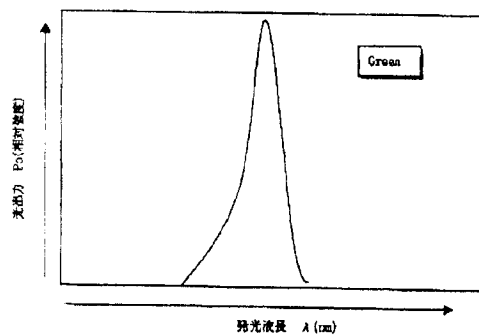
【图8】



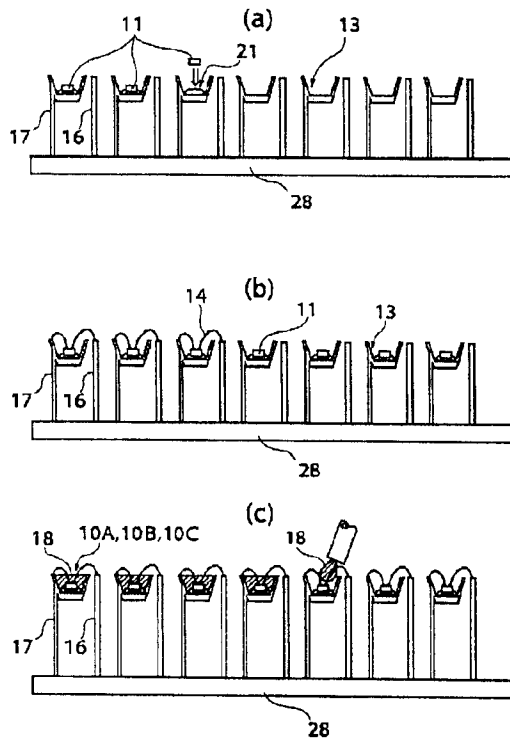
【图 1 2】



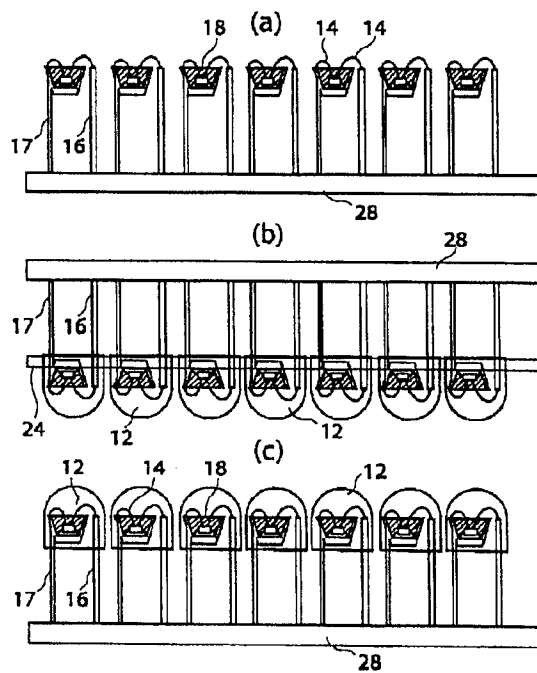
【图 13】



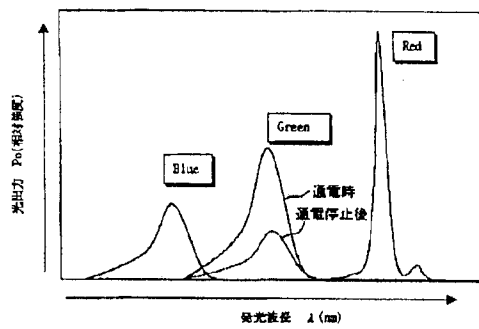
【図9】



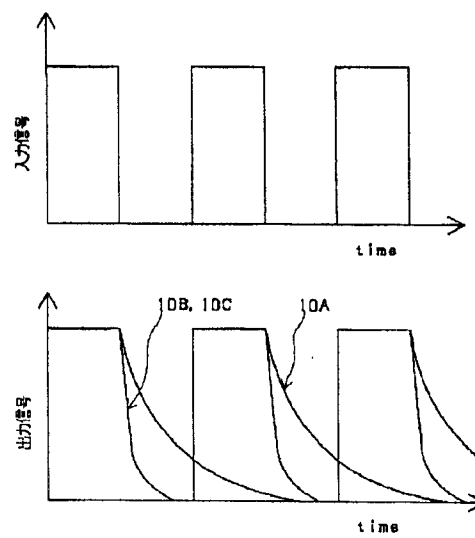
【図10】



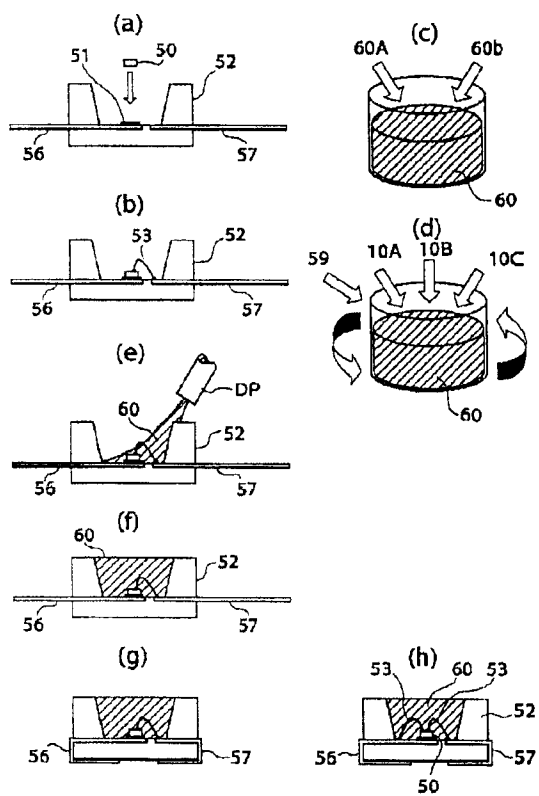
【図14】



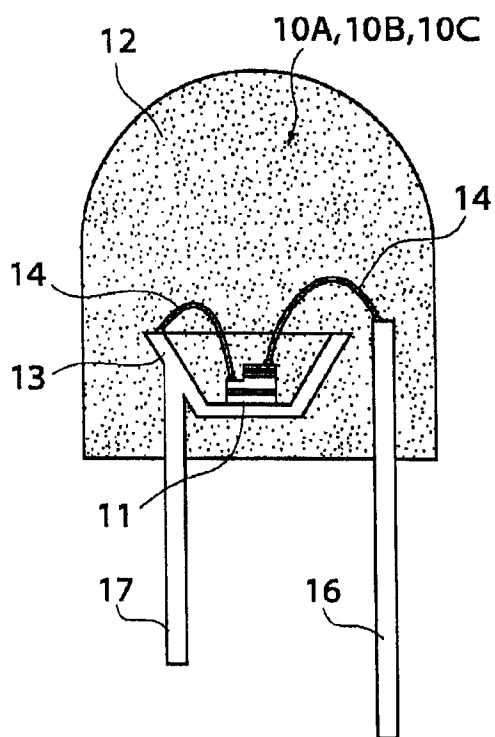
【図15】



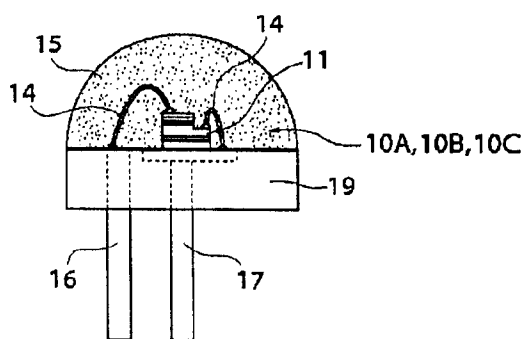
【図17】



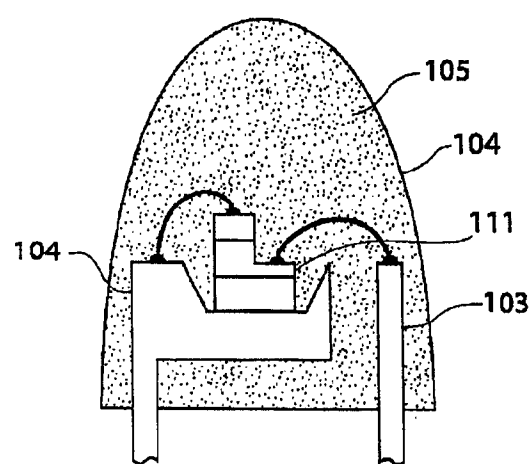
【図18】



【図19】

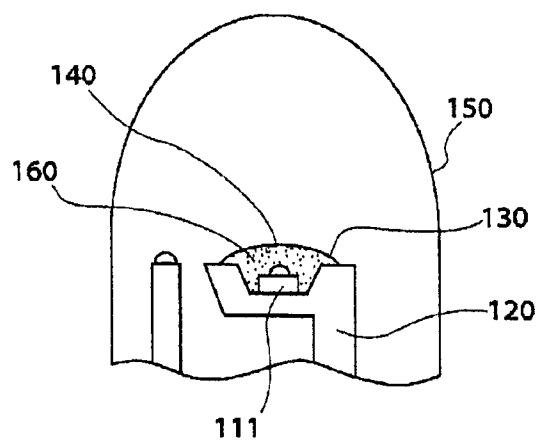


【図20】





【図21】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4H001 XA07 XA08 XA13 XA31 XA38  
YA63 YA66  
5F041 AA12 CA40 DA18 DA45 DA58  
EE25 FF01